

【特許請求の範囲】

【請求項1】絶縁基板にコイル状の少なくとも一対の導体パターンが形成されコアにより導出される磁束に対してこれらの導体パターンに差動的に発生する一対の差動信号を前記コアの変位に対応して導出する変位検出手段と、前記差動信号の和を演算して和信号を出力する和演算手段と、前記差動信号の差を演算して差信号を出力する差演算手段と、前記和信号と前記差信号との比率を実質的に演算して前記変位に対応する変位演算手段とを具備することを特徴とする変位変換装置。

【請求項2】前記磁束に印加する励磁電圧を前記和信号が一定になるように制御することにより前記比率を演算することを特徴とする請求項1に記載の変位変換装置。

【請求項3】前記和信号と前記差信号とを代数的に演算して前記比率を求めることを特徴とする請求項1に記載の変位変換装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、相互インダクタンスの変化を利用して変位を検出する変位変換装置に係り、特に、環境の変化の影響を受け難いように特性を改良した変位変換装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図6は従来の第1の変位変換装置の構成を示す構成図である。この構成は実公昭62-3684号「考案の名称：変位変換装置」に開示されているが、以下にその大略を説明する。

【0003】ここで、1は絶縁基板、2、3はコイル、4はコア、5は軸である。絶縁基板1の一方の面にはコイル2を形成する導電パターンが円周方向に沿ってほぼ三角状になるように設けられている。

【0004】また、この絶縁基板1の中央部分は円形に打ち抜かれていて、この打抜部にはコイル3が巻回された環状のボビンが嵌装されている。これらのコイル2、3は、いずれか一方が励磁コイルとして用いられ、他方が検出コイルとして用いられるものであって、例えばコイル2が検出コイルとして用いられ、コイル3が励磁コイルとして用いられる。

【0005】コア4はフェライトなどの高透磁率材で断面形状がコの字形に形成されたものである。このコア4はその平行辺間でコイル2およびコイル3を挟むようにして、絶縁基板1の打抜部にその連結辺が配置されている。

【0006】軸5は、変位変換すべき回転力により回転されるものであって、絶縁基板1の打抜部に回転可能に挿通されている。この軸5には、コア4の連結辺が取り付けられていて、コア4は軸5の回転に応じて回転されることになる。

【0007】このような構成において、コイル2と3はコア4を介して間接的に磁気結合されている。したがっ

て、コイル3が交流励磁されているものとする、コイル2からはコア4との鎖交面積に対応した出力電圧が送出されることになる。

【0008】ここで、コイル2は、軸5の回転方向、すなわちコア4の移動方向に沿ってコア4との交叉面積が変化するようにほぼ三角形に形成されているので、軸5の回転変位角 θ に対応した出力電圧を得ることができる。

【0009】しかし、このような構成によれば、固定体である絶縁基板1の中心位置と可動体である軸5の中心位置とがずれると、所定の変換特性に対して誤差を生じることとなる。したがって、これ等の加工、組立にあつては、高度の技術が要求され、相当の工数が必要となる。

【0010】そこで、この点を改良したものが図7に示されている。図7(A)は絶縁基板の一方の面に形成された導電パターンを、図7(B)は絶縁基板の他方の面に形成された導電パターンをそれぞれ示している。

【0011】この導電パターン6、7は、図6における絶縁基板1に対応する絶縁基板8の表裏にコイル2に対応する構成として設けたものであり、図6のコア4の回転方向に沿って面積が差動的に変化するように直径方向の線Y-Y'に対して対称なパターンとして形成されている。

【0012】さらに、これらの導電パターン6、7は、差動出力が得られるように図8に示すように差動接続され、コア4の形状による磁束分布を考慮すると共に、コア4の変位量に応じて差動出力が所定の関数特性(直線或いは非直線)にしたがって変化するように形成されている。

【0013】図9は、図7に示す導電パターンの出力特性の1例を示した特性図であつて、縦軸には出力電圧 e_1 が、横軸にはコア4の変位角 θ を示している。図9において、実線aは導電パターン6による出力を、破線bは導電パターン7による出力を、2点鎖線は実線aと破線bとの差動出力を示している。

【0014】このような導電パターンを用いると、絶縁基板8の中心位置と軸5の中心位置とがずれたとしても、2個の導電パターン6と7は、コア4の移動方向に沿って面積が差動的に変化するように形成され、これらの導電パターン6と7は差動出力が得られるように接続されているので、所定の変換特性に対して誤差を生じることはない。

【0015】さらに、このような導電パターン6と7で形成されたコイルを用いて直流の変位信号を得る変換構成を図10に示す。発振器10からはコイル3に励磁電圧 V_f が印加されているので、コア4の変位に対応して導電パターン6、7に出力信号 V_{01} と V_{02} が出力される。

【0016】さらに、この場合の励磁電圧 V_f は、 V_0 を

励磁電圧 V_f の振幅、 ω を励磁電圧 V_f の角周波数とし

$$V_f = V_m \cdot \sin \omega t$$

で示される。

【0017】また、 M_0 を変位角がゼロのときの相互インダクタンス、 θ を V_{01} と V_{02} が対称となる点をゼロと

$$V_{01} = M_0 \cdot (1 + \theta) \cdot V_m \cdot \sin(\omega t + \Phi) \quad (2)$$

で示される。

$$V_{02} = M_0 \cdot (1 - \theta) \cdot V_m \cdot \sin(\omega t + \Phi) \quad (3)$$

を得る。

$$V_{03} = V_{01} - V_{02} = 2 \cdot \theta \cdot M_0 \cdot V_m \cdot \sin(\omega t + \Phi) \quad (4)$$

となる。

【0020】この出力信号 V_{03} は、励磁電圧 V_f を参照信号として同期整流回路11で同期整流がなされ、さらにローパスフィルタ12を介して平滑されて出力端に直流の出力電圧 V_{04} として得られる。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、以上のような式(3)からも分かるように、この出力信号 V_{04} は変位角 θ に比例する形として得られるが、変位角 θ 以外にも励磁電圧 V_f の振幅 V_m や変位角がゼロのときの相互インダクタンス M_0 にも比例しているので、これらが不安定であると出力信号 V_{03} も不安定になる欠点がある。

【0022】さらに、図10に示す同期整流をする場合の参照信号として励磁電圧 V_f を用いているので、励磁電圧 V_f と出力信号 V_{03} との間に位相ずれがあると同期整流回路11において誤差となる。これらの事情により図7、図10に示す従来の回路構成では高精度化、高安定化が困難である。

【0023】

【課題を解決するための手段】本発明は、以上の課題を解決するための主な構成として、絶縁基板にコイル状の少なくとも一対の導体パターンが形成されコアにより導出される磁束に対してこれらの導体パターンに差動的に発生する一対の差動信号を先のコアの変位に対応して導出する変位検出手段と、先の差動信号の和を演算して和信号を出力する和演算手段と、先の差動信号の差を演算して差信号を出力する差演算手段と、先の和信号と先の差信号との比率を実質的に演算して先の変位に対応する変位演算手段とを具備するようにしたものである。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図を用いて説明する。図1は本発明の1実施の形態を示す構成図である。13は駆動コイルであり、この駆動コイル13は図6のコイル3に対応するものである。

【0025】発振器14により交流電圧 V_{f0} が印加されて駆動コイル13に発生した磁束は、図6のコア4に対応するコア15を介して、導電パターンとして形成された後述する絶縁基板16の一方の面であるA面に形成されたコイル17、18と、他方の面であるB面に形成さ

て、

(1)

したときの変位角、 Φ を励磁信号と検出信号との位相ズレとすれば、

【0018】同様に、

【0019】また、出力信号 V_{03} は

れたコイル19、20とに印加される。

【0026】A面のコイル17に対してこれに対向するB面の側にはコイル19が、A面のコイル18に対してこれに対向するB面の側にはコイル20が、それぞれ表裏に配置されており、コイル17と20は同極性で直列に、コイル18と19は同極性で直列にそれぞれ接続されている。

【0027】そして、各コイル17～20は、それぞれ絶縁基板16の中心点に対して円弧を描くように台形状に分布する多層巻のコイルの形状になるように配置されている。

【0028】また、コイル17と20の直列回路は、コイル18と19の直列回路と逆極性で接続されて、コイル17と19との接続点は共通電位点COMとして導出され、コイル20の一端とコイル18の一端とからそれぞれ差動信号 V_{04} と V_{05} とが導出されている。

【0029】これらの発振器14、絶縁基板16、駆動コイル13、コイル17～20、コア15などで変位検出手段21を構成しており、差動信号 V_{04} と V_{05} は共通端 T_0 に対して変位信号演算回路22の各入力端 T_1 、 T_2 に印加される。

【0030】次に、コイル17～20の構成について、図2に示す導電パターンを用いて説明する。図2(A)は円板状の絶縁基板16のA面側に形成された導電パターンによりコイル17と18が、図2(B)は絶縁基板16のB面側に形成された導電パターンによりコイル19と20がそれぞれ形成されている。

【0031】A面のコイル17と18との関係は、絶縁基板16の中心点に対して180°回転すると同一の形状になるように、またB面のコイル19と20との関係も、絶縁基板16の中心点に対して180°回転すると同一の形状になるようにそれぞれ形成されている。

【0032】次に、変位検出手段21を含む形で変位信号演算回路22の内部構成について図3を用いて具体的に説明する。発振器14からは交流電圧 V_{f0} が制御信号 V_c でそのゲインが調節される制御増幅器23に印加され、ここでその振幅が制御されてその出力端から駆動信号 V_{f1} が駆動コイル13に印加される。

【0033】コア15の変位に従ってコイル17と20との直列回路に発生する差動信号 V_{04} と、コイル18と

19との直列回路に発生する差動信号 V_{05} とがそれぞれ和演算回路24と差演算回路25に出力される。

【0034】和演算回路24では差動信号 V_{04} と V_{05} と

$$V_s = V_{04} + V_{05} = 2 \cdot M_0 \cdot V_{f1} \quad (5)$$

$$V_d = V_{04} - V_{05} = 2 \cdot M_0 \cdot V_{f1} \cdot \theta \quad (6)$$

【0035】これ等の和信号 V_s と差信号 V_d とは、それぞれ参照電圧として和信号 V_s を用いて同期整流回路26、27により同期整流がなされてそれぞれローパスフィルタ28、29に出力される。

【0036】ローパスフィルタ28の出力信号 V_{SD} は、比較器30に出力され、ここで設定電圧 V_R と比較されてその出力に現れる制御信号 V_c により制御増幅器23

$$V_{d0} = K_1 \cdot M_0 \cdot V_{f1} \cdot \theta \quad (7)$$

となる。

【0038】ここで、 $M_0 \cdot V_{f1}$ は一定になるように制

$$V_{d0} = K_2 \cdot \theta \quad (8)$$

となり、出力信号 V_{d0} は変位角 θ にのみ比例し、駆動信号 V_{f1} などの影響は受けないことになる。

【0039】図4は変位角 θ に対する出力信号 V_{d0} との

$$V_{04} = M_0 (1 + \theta) V_{f1} \quad (9)$$

$$V_{05} = M_0 (1 - \theta) V_{f1} \quad (10)$$

【0040】図5は、図3に示す変位信号演算回路の構成を変更した他の変位信号演算回路の構成を示す。図3に示す回路では和信号を一定に制御して差信号を出力する構成としたが、図5に示す構成では和信号と差信号との除算をするようにしたものである。

【0041】発振器14からは交流電圧 V_{f0} が出力され、増幅器31を介して駆動コイル13に駆動信号 V_{f2} が印加されている。コイル17と20との直列回路の両端に発生した差動信号 V_{04} と、コイル18と19との直列回路の両端に発生した差動信号 V_{05} とは、それぞ

$$V_{d0} = \theta$$

が得られる。

【0043】このようにして、出力信号 V_{d0} は変位角 θ のみの関数となり、これを和信号 V_s を参照信号として同期整流回路33で同期整流して、ローパスフィルタ34を介してその出力端に直流の変位に対応する出力信号を得ることができる。

【0044】

【発明の効果】以上、発明の実施の形態と共に具体的に説明したように各請求項に記載された発明によれば、絶縁基板上に形成された導体パターンに差動的に発生する一対の差動信号をコアの変位に対応して導出し、これらの一対の差動信号の和と差とを用いてこれらの実質的な比率を演算するように構成したので、導体パターンに印加される磁束の振幅、或いは駆動信号つまり磁束と差動信号との位相ずれなどによる誤差を生じることがなく、高精度・高安定な変位変換装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の1実施の形態を示す構成図である。

の和が和信号 V_s として、差演算回路25では差動信号 V_{04} と V_{05} との差が差信号 V_d としてそれぞれ下記のように演算される。

のゲインが制御されて、最終的に出力信号 V_{SD} が設定電圧 V_R に等しくなるように制御される。

【0037】出力信号 V_{SD} を設定電圧 V_R に等しくしているということは、 $M_0 \cdot V_{f1}$ を一定に制御していることになる。差信号 V_d に対応するローパスフィルタ29の出力信号 V_{d0} は、 K_1 を励磁波形から決定される定数とすると、

御しているので、(7)式は K_2 を定数として、

関係を示す特性図であるが、ここに示される差動信号 V_{04} と V_{05} は次のようになる。

れ和演算回路24では差動信号 V_{04} と V_{05} との和が和信号 V_s として、差演算回路25では差動信号 V_{04} と V_{05} との差が差信号 V_d としてそれぞれ出力される。

【0042】これらの和信号 V_s と差信号 V_d とは、比率演算回路32に出力され、ここでこれ等の比率 V_d/V_s が演算されて、その出力端に出力信号 V_{d0} として式(5)と(6)とから、 V_s と V_d を V_s と V_d に置き換えて、

$$(11)$$

【図2】図1に示すコイルの導体パターンの構成を示す構成図である。

【図3】図1に示す実施の形態の具体的な構成を示す構成図である。

【図4】図1に示す実施の形態の変位角に対する差動信号の関係を示す特性図である。

【図5】図1に示す実施の形態とは異なる具体的な他の構成を示す構成図である。

【図6】従来の第1の変位変換装置の構成を示す構成図である。

【図7】導体パターン部分を改良した従来の第2の変位変換装置の構成を示す構成図である。

【図8】図7に示す導体パターンの接続構成を示す接続図である。

【図9】図7に示す変位変換装置の特性を示す特性図である。

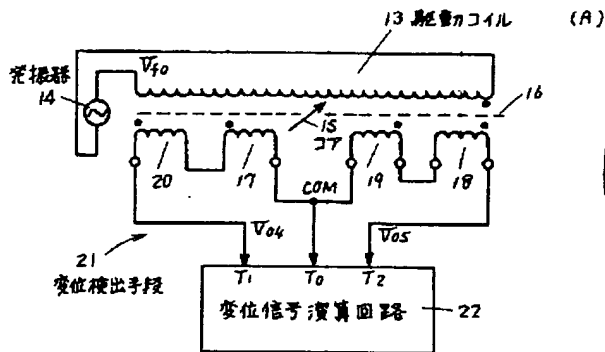
【図10】図7に示す導体パターンを用いた具体的な構成を示す構成図である。

【符号の説明】

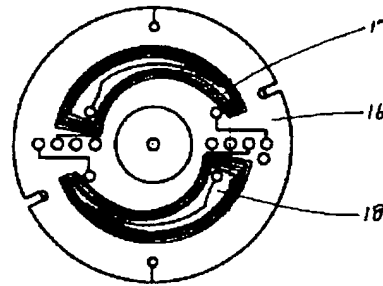
- 1、8、16 絶縁基板
 2、3、17~20 コイル
 4、15 コア
 5 軸
 6、7 導電パターン
 10、14 発振器
 11 同期整流回路

- 12 ローパスフィルタ
 13 駆動コイル
 21 変位検出手段
 22 変位信号演算回路
 24 和演算回路
 25 差演算回路
 30 比較器

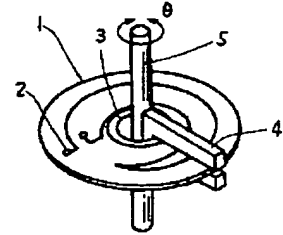
【図1】



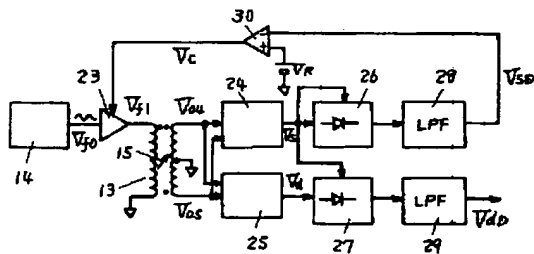
【図2】



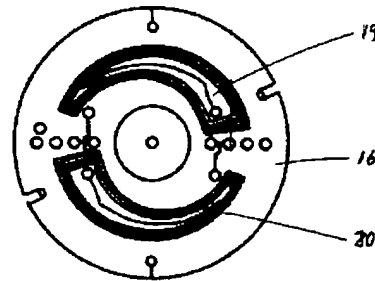
【図6】



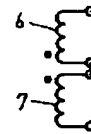
【図3】



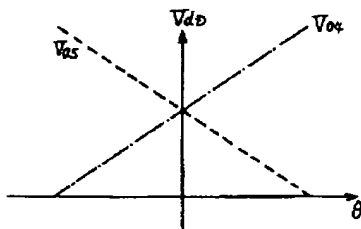
(B)



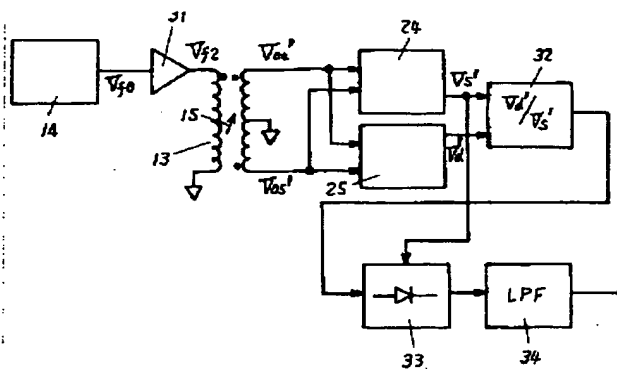
【図8】



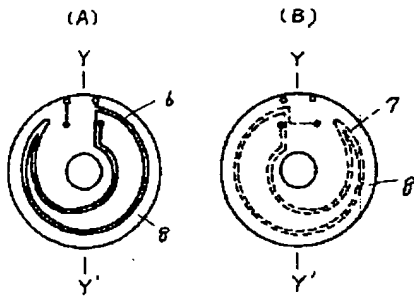
【図4】



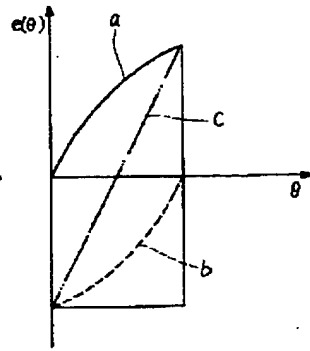
【図5】



【図7】



【図9】



【図10】

